

UNIVERZALNI GALVANOMETAR SIEMENS&HALSKE – PRVI INSTRUMENT AKADEMIKA LONČARA

Roman Malarić, Melita Turković,
Petar Mostarac



Zavod za osnove elektrotehnike i električka mjerenja

- Visoka tehnička škola osnovana je 1919. godine u Zagrebu.
- Prvi „elektrotehničarski“ zavod osnovan na Tehničkoj visokoj školi (TVŠ) je **Laboratorij za električka mjerenja** (kasnije preimenovan Zavodom za osnove elektrotehnike i električka mjerenja) 1924. godine, a predstojnik je postao **Josip Lončar**
- Iz sačuvane inventarske knjige koju je Lončar vlastoručno ispunjavao sve do šezdesetih godina, vidljivo je da je Lončar krenuo s nabavom opreme i prije samog osnivanja Laboratorija.
- Inventarna knjiga broji preko **630** instrumenata i pomoćne opreme!
- Prvi upisani instrument je **Univerzalni galvanometar** proizvođača *Siemens & Halske* kupljen već 1922. godine, čak dvije godine prije osnivanja samog Laboratorija.



Siemens&Halske Rapsov galvanometar

- *Univerzalni galvanometar* na tržištu se pojavio 1897. godine i zadržao sve do tridesetih godina 20. stoljeća.
- Proizvođač je bila tvrtka Siemens & Halske, a izumitelj dr. August Raps. Raps je bio njemački fizičar i izumitelj, puno poznatiji po Rapsovim kompenzatorima koji su također dio povijesti FER-a, a posebno Zavoda za osnove elektrotehnike i električna mjerenja (ZOEM).
- Rad Rapsovog kompenzatora je Lončar detaljno opisao u svojoj knjizi Električna mjerenja.



August Raps

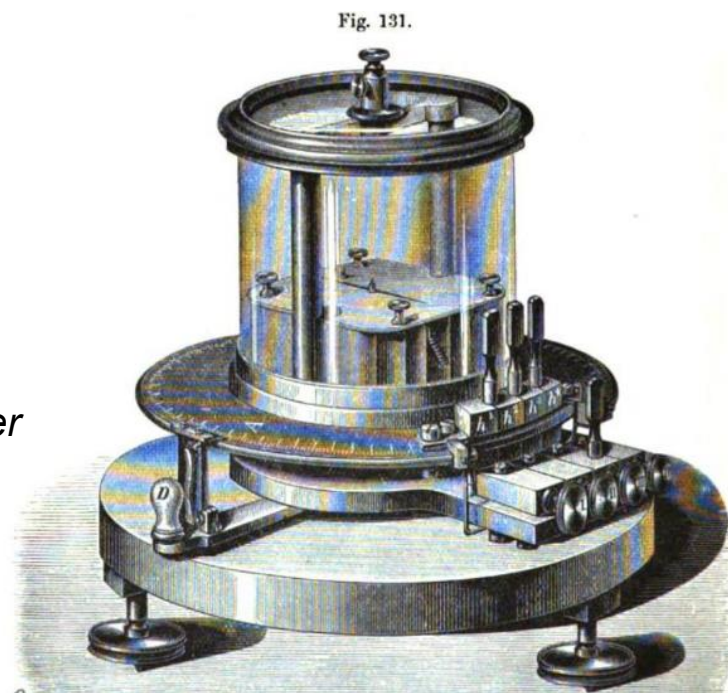
- August Raps bio je majstor znanstvene i tehničke umjetnosti i predvodnik njemačke tehnologije. Otac mu je bio slikar pa je vjerojatno zato imao dobro oko za estetiku, što se vidi iz dizajna njegovih instrumenata, naslijedio od njega.
- Usavršavao se kod vrhunskih njemačkih fizičara poput Hermanna von Helmholtza i Augusta Kundta.
- Već s 28. godina dobio je poziciju profesora na tehničkom fakultetu u Dresdenu, ali na poziv Wernera von Siemens pridružio se njegovoj tvrtki gdje je uz razvoj brojnih inovativnih proizvoda napredovao i u upravljanju tvrtkom pa je tako postao i član Uprave tvrtke Siemens&Halske.
- Svojom rijetkom mješavinom tehničkih vještina i ekonomskog razumijevanja, dr. Raps je uspio proširiti raznolikost proizvodnog programa tvrtke pa se u njegovo vrijeme tvrtka povećala s 1500 radnika na 15.000 radnika i značajno prostorno proširila.



“Stari” univerzalni galvanometar

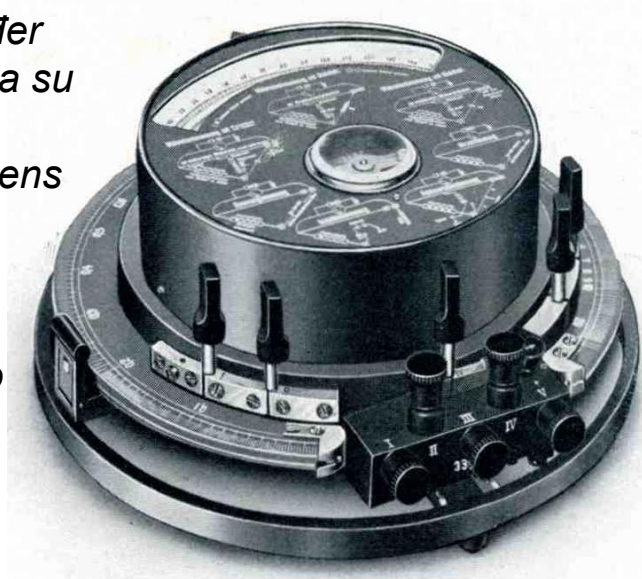
Stari“ univerzalni galvanmometar se pojavio 1868. godine, a Werner von Siemens je prilikom opisa „starog“ univerzalnog galvanometra objašnjavao u svojim radovima korist takvog instrumenta:

„Mjerenja galvanskih faktora, jakosti struje, otpora i elektromotorne sile baterija zadaće su koje sada više nisu nametnute isključivo fizičarima, već ih također i doista sve češće moraju obavljati telegrafski inženjeri. Ako ovi zadaci već zahtijevaju veliku brigu i oprez, broj aparata i instrumenata, koji su se do sada morali primijeniti u tu svrhu, zabrinjava osobito za inženjere, jer je općenito svaka od spomenutih operacija zahtijevala još jedan instrument posebno konstruiran za nju, koji opet ima svoje vlastite konstante koje treba odrediti ponajprije stručnim pokusima. Bilo je poželjno posjedovati jedan instrument koji je tako uređen i opremljen potrebnim otporima da može poslužiti povremeno za svaku od tri razmatrane operacije. S ove točke gledišta konstruiran je univerzalni galvanometar koji će biti opisan“



“Novi” univerzalni galvanometar

- Novi univerzalni galvanometer se pojavio na tržištu 1897. godine. Instrument je imao jednostavnije korištenje u odnosu na stari,
- Npr. Raps objašnjava razliku između starog i novog:
„Mjerenje napona kompenzacijskom metodom zahtijeva etalon napona i dugotrajne proračune. Kod mjerenja jakosti struje instrument se mora koristiti kao sinusna sabirnica, što također dovodi do tako komplicirane metode mjerenja i proračuna da su se mjerenja struje univerzalnim galvanometrom vjerojatno rijetko provodila. Novi univerzalni galvanometar tvrtke Siemens & Halske izbjegava sve te pogreške“.
- Tu treba napomenuti da je za mjerenje struje starim galvanometrom dr. Siemens 1868. u svom opisu naveo „Za mjerenje jakosti struja instrument se jednostavno koristi kao sinusni galvanometar“,



Zrcalni galvanometar

- Akademik Lončar je vrlo brzo kupio i zrcalni galvanometar naveden u katalogu ispred „novog“ univerzalnog galvanometra pod rednim brojem 95.
- Univerzalni galvanometer se prodavao kao artikal br. 96



Inventarska knjiga Zavoda

- U inventarskoj knjizi se galvanometer navodi pod br. 1, dok se shuntovi navode od br. 2-5.
- Prema knjizi izgleda da su shuntovi stigli na zavod prije samog galvanometra

Bilježnica: Otkupna (dop. Dek. 5702-1051) i prod. (dop. Dek. 5702-1051) za pos. opće upr. i budžet (d. d. 1925-7-1954)

Inventar laboratorija (dijelom otpisani, gdje su još ostali shuntovi otpisani na 10. III. 1925)

Broj	Sl.	Naznačenje i opis predmeta	Broj kom.	Cijena	Opaska
✓ 1		Univerzalni galvanometer Siemens & Halske L No 17040 s priključnom napravom za pouzdane otpore do 30 A sa sandučićem	1	200 000	
✓ 2		Poredni otpor za mjerenje struje do 0.75 A	1	420,-	Pr. 1.-14.: Vidi i u: Inženj. Sim. d. d. od 19. III. 1925. br. 10741 Bx/o.
✓ 3		Poredni otpor za mjerenje struje do 3 A	1	420,-	Pr. 1.-9. Sim. 4464, 18 po tečaju: 100 Mk = Sim. 2625 (27. III. 1925.)
✓ 4		Poredni otpor za mjerenje struje do 7.5 A	1	545,-	
✓ 5		Poredni otpor za mjerenje struje do 30 A	1	610,-	Pr. 10. i 11. Sim. 178, 23 po tečaju 100 Mk. = 24.25 Sim. (22. III. 1925.)
✓ 6		Čeo A sorednim otporom L No 1700	1	420,-	



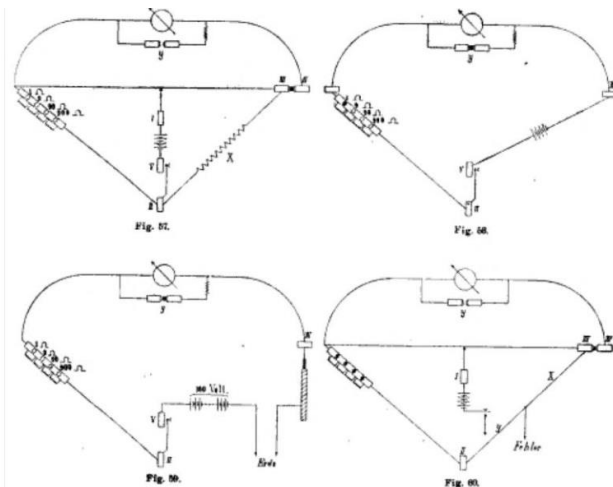
Cijena galvanometra

- Cijena uređaja s priključnom napravom za poredbene otpore i sandučićem iznosila je 12.470 dinara, a uz sam instrument nabavljena je i dodatna oprema, posebno shuntovi (ili poredbeni otpori kako ih je Lončar nazivao) te čepovi za mjerenje struje do 30 A u vrijednost 2.840 dinara.
- Ukupna je cijena takvog kompleta iznosila 15.310 dinara.
- Konverzijom u dolar prema tadašnjem tečaju, može se izračunati da je cijena uređaja iznosila oko 164 dolara. Uračunavši stopu inflacije, današnja cijena uređaja bila bi oko 3000 dolara. Za usporedbu, u vrijeme kupnje tog uređaja cijena popularnog Fordovog 5-Touring modela je iznosila 393 dolara.



Univerzalni instrument u laboratorijskim vježbama

- Listić s organizacijom laboratorijskih vježbi iz predmeta Električna mjerenja u akademskoj godini 1938./1939 gdje se vidi i vježba Univerzalni instrument spojen kao Wheatstoneov most

[illegible]

Izgleđ instrumenta



Instrument na vježbama kod profesora Lončara

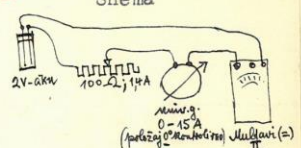
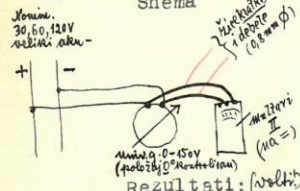


Univerzalni instrument u „zavodskom životu“

2) Popravak i novo adjustiranje univ. galv. J. & H. (inv. br. 1-5); Rn Siemens, Zag, br. 2355 od 17-3-31 (A) 1800, -

9.11.34. 378
Mjerenja na Univ. galvanometru S. & H. koji je nepažnja g. Mayera Drag. kod vježbi dne 3.11. bio preopterećeni protivnom (negat.) strujom i uslijed toga mu je osjetljivost pala za znatan iznos (savršeno točno nije međjutim već ni prije toga bio adjustiran, nego samo uglavnom). Radio sam tako da sam isporučio Univ. g. kao voltmetar do 0,150V sa podacima upravo danas iz tvornice prispjelog Multavi II (= strana!); a zatim sam opet čepove na Univ. g. tako umetnuo da je nastao ampermetar do 0,15 ampera. Evo rezultata po mogućnosti pomno snimanih (područje skale na Multavi II uzeo već prema tomu, da otklon dođe na zgodno mjesto):

a) Mjerenja 0-150V podr. Schema b) Mjerenja 0-15A-područje Schema



Rezultati: (volti)

Multavi II (=)	30,70	61,50	121,8
Univ. pokazivao	29,50	58,80	116,8
Pogr. (aps.)	1,20	2,65	5,0
Pogr. u %	3,9%	4,3%	4,1%
Prosj. % pogr.	4,1%		

Rezultati: (amperi)

Multavi II (=)	0,0313	0,0536	0,08560
Univ. pokazivao	0,0300	0,0535	0,0853
Pogr. (aps. izn.)	0,0013	0,0001	0,0003
Pogr. u %	4,2%	3,8%	4,3%
Prosj. % pogr.	4,3%		

Ovi podaci snimljeni su kao kontrolne vrijednosti zb. isporuče (nakon adjustiranja univ. galvanometra koje bi imalo doskra da bude provedeno ovo će biti vrlo interesantna isporudba).

16.4.38. (dijelomno) 941
Adjustiranje 0,75 A shunta univ. galv. S. & H. Iza mjerenja s novom osjetlj. univ. g. S. & H. u 940 pokušao mjerenje struje sa shuntom 0,75 A univ. galv. i mj. opsegom 1,5 A morao malnog instr. H. & B. Konstatirao da izlazi rezultat da sa 0,75 A shuntom univ. galv. pokazuje sada oko 5,6 % prema lo, što je posvema u skladu sa 909 i 940: Po 909 je pokazivao univ. g. sa 0,75 A shuntom 3,6% premalo, ali uz 2% preveliku osjetlj. mjern. sistema; kad je tih 2% uklonjeno pogriješka je postala 3,6 + 2 = 5,6%. Konkretno dobio: na norm. H. & B. instr. s prvobitnim shuntom: 0,588 A, a na univ. g. 0,75 shunt: 112,0^o skale = 0,560 A. No sada adlučio smanjiti pogriješku adjustirajući shunt (povećavši mu otpor). Zasad samo opreza radi turpijom malo skinuo manganina i mjerio poslije toga; dobio: na H. & B. 0,5885 A ↔ s adj. shuntom na un. g. 0,5643 A (= 112,85 dij. sk.)

Dakle kod po prilici iste struje prije adjust. struja bila za 0,28 A premala, a sada samo još za 0,242 A. Samo bi još i dalje trebalo povećati otpor shunta! Evo još dva para brojeva: H. & B. norm. 42635 ↔ un. g. S. & H. 50,9 d. sk. 1427 d. sk. 10,7465

UNIVERZALNI GALVANOMETAR

VRESTA MJERNICIA INSTRUMENTA KOLA MJEŠTARSTVA NIPONICIZACIJE

Univerzalni galvanometar tvrtke Siemens & Halske pojavio se na izložbu 1887. godine kao prvi univerzalni galvanometar koji je odmah postao "stari" koji je bio u ponudi od 1888. godine. Tvrtka Siemens & Halske bila je tada jedan od najpoznatijih proizvođača mjernih prireme u svijetu.

Univerzalni galvanometar bio je jedan od najpoznatijih uređaja jer je omogućavao mjerenje različitih veličina za koje je do tada bilo potrebno imati poseban instrument.

Proizvođač galvanometara bila je tvrtka Siemens & Halske, a izumitelj, August Repp, izumitelj i izumitelj univerzalnog galvanometra, bio je majstor vjetrova i tehnika, koji je bio jedan od najpoznatijih izumitelja u Njemačkoj od 1880. godine. Bio je jedan od najpoznatijih izumitelja u Njemačkoj od 1880. godine. Bio je jedan od najpoznatijih izumitelja u Njemačkoj od 1880. godine.

